

MESTRADO
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

SMART CITIES: ESTUDO DE INDICADORES DE
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

RICARDO JOÃO DE CASTELAR GONÇALVES

OUTUBRO – 2018

MESTRADO EM **GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

TRABALHO FINAL DE MESTRADO **DISSERTAÇÃO**

SMART CITIES: ESTUDO DE INDICADORES DE
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

RICARDO JOÃO DE CASTELAR GONÇALVES

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR MANUEL LARANJA

OUTUBRO – 2018

Resumo

Ainda que nem sempre seja bem aplicado, o conceito de *smart city* é cada vez mais utilizado, sendo mesmo defendido por muitos de que as cidades inteligentes serão essenciais para ultrapassar os desafios impostos pelo aumento populacional e pela globalização. Para tal, as cidades têm vindo a recorrer aos diversos avanços das TIC para promover uma gestão urbana inteligente, ao mesmo tempo que procuram tornarem-se mais eficientes em 6 dimensões: governo, comunidade, economia, ambiente, mobilidade e qualidade de vida, todas elas interligadas entre si e fundamentais para o sucesso de uma *smart city*.

De forma a perceber como se pode avaliar uma cidade inteligente, foram estudados 5 métodos de avaliação de uma *smart city*, com o objetivo de determinar quais os KPIs mais relevantes, em cada uma das dimensões mencionadas. Esta determinação é crucial para a definição de uma estratégia acertada, na medida em que permite conhecer em que áreas uma cidade deve intervir de forma mais acentuada para se tornar mais inteligente, bem como monitorizar a evolução das medidas aplicadas. Apesar das diferentes tipologias de cidades, o sucesso das cidades inteligentes irá residir nos seus habitantes, pois a base da inteligência urbana são as pessoas, como tal a melhor forma de medir o sucesso de uma *smart city* prende-se no valor acrescentado para os habitantes das cidades e de que forma isso se traduz na sua qualidade de vida.

Palavras-chave: Cidades inteligentes; indicadores chave de desempenho; métodos de avaliação.

Abstract

Although not always well applied, the concept of smart city is increasingly being used and it is even argued by many that smart cities will be essential to overcome the challenges imposed by population growth and globalization. For such, cities have been making use of the various advances in ICT to promote intelligent urban management, while at the same time seeking to become more efficient in 6 dimensions: government, community, economy, environment, mobility and quality of life, all of which are interconnected and fundamental to the success of a smart city.

In order to understand how a smart city can be evaluated, 5 methods of evaluation were studied, in order to determine the most relevant KPIs in each of the mentioned dimensions. This determination is crucial for the definition of a successful strategy, to the extent that it allows to know in which areas a city should intervene in a more impactful way to become smarter, as well as to monitor the evolution of the applied measures.

Despite the different typologies of cities, the success of smart cities will be based in its inhabitants, because the basis of urban intelligence are people, as such the best way to measure the success of a smart city is the added value for the inhabitants of cities and how this translates into their quality of life.

Keywords: Smart cities; key performance indicators; methods of evaluation.

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Professor Doutor Manuel Laranja pela sua orientação, dedicação e conselhos fundamentais para a realização deste Trabalho Final de Mestrado.

Agradeço, igualmente, a toda a minha família e amigos que de alguma forma mostraram o seu apoio, em especial aos meus pais e ao meu irmão que me acompanharam de perto ao longo deste percurso académico.

Por fim, agradeço também à minha namorada, por ter sido, uma vez mais, a principal fonte da minha motivação para ultrapassar mais este desafio.

Índice

Resumo	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iii
Índice	iv
Abreviaturas.....	v
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	4
2.1 Definição de <i>smart cities</i>	4
2.2 Iniciativas de <i>Smart Cities</i>	6
2.3 Dimensões de uma <i>smart city</i>	9
3. Metodologia e Dados	17
4. Análise de resultados.....	20
5. Conclusões	32
6. Referências	36

Abreviaturas

CO ²	Dióxido de Carbono
INE	Instituto Nacional de Estatística
IoE	<i>Internet of Energy</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
PIB	Produto Interno Bruto
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
U4SSC	<i>United 4 Smart Sustainable Cities</i>
UE	União Europeia
UNECE	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>

1. Introdução

Com o aumento da globalização, a população mundial tem vindo a crescer de forma significativa, atingido o número atual de 7,2 mil milhões de pessoas e estando projetado que alcance a marca de 9,6 mil milhões no ano de 2050, dos quais 68% estarão a viver em áreas urbanas (ONU, 2018). Isto traduz-se num aumento de, aproximadamente, 60 milhões de residentes nestas áreas, tornando necessário que as cidades se tornem mais inteligentes. Esta é uma tendência mundial e, como tal, Portugal não foge à regra, tendo vindo a registar um crescimento contínuo na quota de residentes em áreas predominantemente urbanas, situando-se esse valor atualmente em 72% (INE, 2016), devido também a uma elevada migração das zonas rurais para as zonas urbanas.

O crescimento urbano irá impactar diretamente o desenvolvimento social, económico e ambiental das cidades, como tal é necessária uma gestão urbana atenta às necessidades e tendências dos seus habitantes de forma a minimizar potenciais efeitos negativos de um aglomerado cada vez maior de pessoas. Este aumento da densidade populacional nas cidades irá originar diversos desafios, como os aumentos de afluência nos transportes, serviços e infraestruturas.

Para fazer frente a estes desafios, e tendo em conta a era digital que atravessamos atualmente, existem soluções como *Big Data Analytics*, *Internet of Things*, *Cloud*, *Blockchain*, entre outros, que têm um enorme potencial disruptivo associado e têm de ser levados em conta para o desenvolvimento da inteligência urbana das cidades. Essas são as chamadas cidades inteligentes, ou *smart cities*, que têm como objetivo combinar estas inovações tecnológicas com o comportamento humano.

Uma *smart city* é capaz de responder de uma forma integrada e em tempo real aos diversos desafios urbanos. São cidades que visam igualmente a promoção de soluções inclusivas, sustentáveis e eficientes na utilização dos vários recursos, como a energia ou a água, bem como se tornam geradoras de valor acrescentado e criadoras de novos mercados (Parlamento Europeu, 2014).

Apesar de *smart city* ser um conceito que está em voga, existem ainda diferentes interpretações do seu significado por parte dos decisores políticos e algum desconhecimento por parte da população em geral. No entanto, é cada vez maior a quantidade de iniciativas que abordam esta temática, estando já igualmente a serem aplicadas algumas medidas e instrumentos que têm como objetivo a implementação de práticas inteligentes em várias cidades a nível mundial.

Importa por isso conhecer quais os fatores que influenciam o sucesso das cidades do futuro, que por sua vez tentarão usufruir das TIC para interligar as redes de transporte, negócios, recursos, infraestruturas e espaços com as respetivas populações. Aqui poderá surgir um potencial ponto de conflito, entre aquilo que as grandes multinacionais pretendem que venha a ser aplicado dentro do contexto das cidades inteligentes e aquelas que são realmente as necessidades dos habitantes das mesmas.

O grande objetivo passa assim por garantir que as cidades, indústria e a sociedade trabalhem lado a lado, de forma a potenciar grandes benefícios para as populações, oferecendo-lhes cidades mais sustentáveis, seguras e que contribuirão para o seu bem-estar. Para alcançar esse objetivo é necessário determinar os indicadores mais relevantes para cada um dos fatores influenciadores das cidades inteligentes, de forma a alcançar bons resultados de uma forma mais acelerada e eficaz.

Este estudo encontra-se estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – introdução da temática alvo de estudo;

Capítulo 2 – revisão da literatura que serviu de base a este Trabalho Final de Mestrado, onde são abordados os temas relativos à definição do conceito de *smart city*, iniciativas realizadas e em curso no âmbito das cidades inteligentes e, ainda, as dimensões em que uma *smart city* se subdivide;

Capítulo 3 – metodologia aplicada para a realização deste estudo, bem como a origem e descrição dos dados utilizados;

Capítulo 4 – análise dos resultados dos diferentes métodos de avaliação considerados;

Capítulo 5 – conclusões mais relevantes e limitações deste estudo;

Capítulo 6 – referências bibliográficas;

Capítulo 7 – anexo.

2. Revisão de literatura

2.1 Definição de *smart cities*

As cidades desempenham um papel fulcral nos aspetos económicos e sociais a nível mundial, além de impactarem em larga escala o meio-ambiente (Mori e Christodoulou, 2012). Estas são responsáveis por, aproximadamente, 70% do consumo energético mundial e pela emissão de grandes quantidades de gases de efeito de estufa (ONU, 2008). Dado isto, a preocupação por um desenvolvimento mais sustentável das cidades foi-se agudizando, o que aliado a novas infraestruturas tecnológicas contribuiu para dar início a um paradigma intitulado de *Smart Cities*.

O conceito de *smart city* começou a ganhar contornos mais sérios por volta do ano de 2008 com a grave crise financeira mundial, tendo como principal objetivo a criação de um modelo sustentável e inteligente para as cidades. Com o seu aumento de popularidade, devido ao fenómeno da transformação digital e também graças a uma maior consciencialização, foram surgindo diferentes definições para o significado de cidade inteligente, algumas focadas apenas na vertente tecnológica das várias infraestruturas que compõem uma cidade e outras mais direccionadas para um modelo de governação que enfatiza o papel das comunidades no desenvolvimento urbano.

Na verdade, o correto desenvolvimento de uma cidade inteligente está dependente da vertente tecnológica, com o recurso às inovações digitais, mas também da vertente humana, através do conhecimento e da componente social dos cidadãos. No entanto, talvez devido à ainda precocidade deste conceito e às particularidades de cada cidade, não existe um *template* para descrever uma *smart city* ou uma definição exata que sirva a qualquer caso alvo de análise (O’Grady e O’Hare, 2012).

São várias as definições existentes na literatura e com diferentes significados, dado que não existe um consenso unânime por parte dos mais variados autores. Existem algumas mais simplistas como o de uma comunidade tecnológica, interligada e sustentável, confortável, atrativa e segura (Lazaroiu e Roscia, 2012). Por outro lado, Marsal-Llacuna et al. (2014) afirmam que uma cidade inteligente é aquela cujas iniciativas visam melhorar a performance urbana através da utilização de *data*, informação e TIC para:

- Providenciar serviços mais eficientes aos seus cidadãos;
- Monitorizar e otimizar as infraestruturas existentes;
- Aumentar a colaboração entre os diversos atores económicos;
- Encorajar modelos de negócio inovadores, no setor publico e no setor privado.

Segundo Harrison et al. (2010), o conceito de cidade inteligente refere-se à capacidade de captar e integrar dados em tempo real, através de sensores, medidores, equipamentos e dispositivos eletrónicos, numa plataforma computacional que permite a comunicação dessa mesma informação entre todos os serviços da cidade. Esta é uma definição muito usada, mas que, no entanto, não aborda o aspeto social. Por outro lado, existem autores que afirmam que a tecnologia pode ser utilizada nas cidades em prol dos seus cidadãos ao adaptar essas tecnologias às suas necessidades, ao invés de adaptarem as suas vidas às exigências tecnológicas (Albino et al., 2015).

A ausência de consideração pelo capital social é frequente em muitas das definições de *smart city* na literatura, mesmo estando demonstrado, por exemplo, que o crescimento urbano sustentável está diretamente relacionado com a mão de obra qualificada (Berry e Glaeser, 2005). Além disto, segundo Batty et al. (2012) a difusão das

TIC tem de melhorar o funcionamento de todos os sistemas urbanos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população, por isso este é um aspeto crítico para o sucesso das cidades inteligentes.

2.2 Iniciativas de *Smart Cities*

Atualmente, o termo *smart city* já é bem mais do que uma *buzz word* e temos assistido a uma grande proliferação deste tema em publicações académicas e, também, em políticas públicas e internacionais. Aliás, cada vez mais entidades públicas e privadas querem integrar projetos associados a cidades inteligentes, algo exetável face ao seu potencial, mas também ao provável mediatismo. Estima-se que a partir do ano de 2020 irão ser gastos cerca de 400 mil milhões de dólares, todos os anos, para a implementação de 600 cidades inteligentes a nível mundial (Arup, 2013).

Este é aliás um paradigma ao qual a UE tem dedicado especial atenção, devido ao constante aumento populacional, bem como a elevada migração para os grandes centros populacionais, e, por isso mesmo, tem desenhada uma estratégia para alcançar um desenvolvimento urbano inteligente para as principais metrópoles (União Europeia, 2015). Aliás, o plano estratégico Horizonte 2020 inclui um compromisso para promover o desenvolvimento de cidades inteligentes pela Europa, através do investimento em TIC e da formação do capital humano e social (Comissão Europeia, 2017). Atualmente, existem iniciativas *Smart Cities* em todos os 28 Estados-membros da UE, mas é nas cidades com mais de 500 mil habitantes que se regista um maior número de ações. Isto comprova que se trata realmente de um fenómeno de grandes cidades, ao comparar o número de iniciativas entre cidades de maiores dimensões com cidades mais pequenas.

Os países com maior número de cidades inteligentes são Espanha, Itália e o Reino Unido (Parlamento Europeu, 2014).

O sucesso deste tipo de iniciativas está muitas vezes pendente de parcerias público-privadas, na medida em que é possível desta maneira combinar as capacidades tecnológicas e financeiras das entidades privadas com o envolvimento dos cidadãos, com estes a desempenharem um papel estratégico no desenvolvimento e execução dessas iniciativas. O caso da Índia é bem evidente, dado que tem planeado um investimento total de 66 biliões de euros para desenvolver 7 cidades inteligentes entre Mumbai e Deli, sendo que 80% desse investimento será proveniente de parcerias público-privadas (Jerath, 2011).

Também no continente asiático existem iniciativas neste âmbito, com destaque para a Coreia do Sul, onde o seu governo lançou um plano tecnológico em 2010 com o objetivo de interligar infraestruturas com dispositivos, plataformas e redes tecnológicas, através da tecnologia RFID e de internet de banda larga. Por sua vez, o Japão tem recorrido às TIC para fazer face a falhas de energia e aos desafios ambientais e de saúde pública bem presentes no dia-a-dia da sua comunidade (Parlamento Europeu, 2014).

No caso de Portugal, existem já várias iniciativas que visam contribuir para a alteração de paradigma nas cidades a nível nacional. Uma das principais é a rede *Smart Cities* Portugal, que tem como objetivo promover o desenvolvimento e produção de soluções urbanas inovadoras de forma integrada, promover a participação do tecido empresarial e dos municípios nacionais no mercado das cidades inteligentes, e procurar fazer de Portugal um local de eleição para a conceção, produção e experimentação de produtos e serviços para *smart cities*. Outra das mais destacadas é a Rede Portuguesa de

Cidades Inteligentes, mais conhecida por RENER *Living Lab*. Esta rede integra 43 municípios distribuídos pelo país, que têm como objetivo funcionar como verdadeiros laboratórios vivos, ou seja, cenários de desenvolvimento e experimentação de soluções urbanas inovadoras em contexto real.

Por fim, também é relevante mencionar o *Smart City Index* Portugal que se baseia numa metodologia do centro de inovação INTELI, aplicada aos municípios que integram a RENER. Este índice é uma ferramenta de análise da inteligência urbana, que permite monitorizar indicadores territoriais de relevo, efetuar exercícios de *benchmarking* e propor recomendações para a melhoria do desempenho das cidades, resultando num sistema de informação estratégica de suporte à tomada de decisão e à definição de políticas públicas (INTELI, 2016). De referir que os municípios que apresentaram um melhor desempenho foram o Porto, Águeda, Cascais, Bragança e Matosinhos. Estes resultados foram obtidos com base em estatísticas oficiais e respostas dos municípios a questões relacionadas com os vários indicadores das cinco dimensões chave deste índice: governação, inovação, sustentabilidade, qualidade de vida e conectividade.

Como é perceptível, as nações têm vindo a redobrar esforços para estarem na linha da frente no que toca às cidades inteligente e espera-se, portanto, que este mercado atinja níveis de importância bastante elevados, de tal forma que foi projetado que estas cidades irão criar 60% do PIB mundial, quando atingirmos o ano de 2025. Por sua vez, até ao ano de 2050, cerca de 86% da população de países desenvolvidos estará a viver em cidades inteligentes, enquanto nos países em vias de desenvolvimento 64% terão semelhante destino (McKinsey, 2016).

No entanto, a transição para este novo paradigma não se avizinha totalmente fácil, uma vez que é necessário passar por diversas transformações. É um processo gradual, composto por diversas fases, que irá revolucionar as cidades de tal forma que os seus habitantes passarão a ser algo mais que isso, tornando-se nos seus *stakeholders*. Este é o objetivo ideal das *smart cities*, no entanto existe a preocupação se os habitantes irão realmente ter um papel ativo na planificação das cidades onde habitam, ou se não irão passar de simples geradores de *data*.

2.3 Dimensões de uma *smart city*

Uma *smart city* tem como ponto fulcral a junção da tecnologia, governo e sociedade de forma a potenciar uma economia, mobilidade, ambiente, população e governação inteligentes. É por isso o seu propósito assegurar uma cidade sustentável, que ofereça segurança e qualidade de vida aos seus habitantes e garanta um crescimento económico sustentável, com uma gestão inteligente dos recursos naturais. Da mesma forma, é também necessário o envolvimento político tanto com o setor privado como com a sociedade em geral para alcançar esta necessária evolução sustentável.

A melhor forma de medir o sucesso de uma *smart city* prende-se no valor público criado para a população da cidade. No entanto, esta é uma medição algo complexa de realizar, até porque muitas das vezes são criadas iniciativas em prol dos cidadãos e estes não se apercebem do seu impacto ou, até mesmo, simplesmente não chegam a ter conhecimento delas (Dameri, 2017).

Dado o elevado grau de complexidade do paradigma das *smart cities*, bem como da sua medição, os modelos de avaliação de uma *smart city* presentes na literatura

encontram-se, na sua maioria, repartidos em várias dimensões, de maneira a, posteriormente, ser mais perceptível entender o comportamento e evolução da cidade consoante cada uma dessas áreas de relevo. Segundo os autores mais citados no que toca a esta temática, como Giffinger et al. (2007) e Batty et al. (2012), existem 6 dimensões que caracterizam verdadeiramente uma cidade inteligente que são o governo, a comunidade, a economia, o ambiente, a mobilidade e a qualidade de vida. Estas 6 dimensões são bastante utilizadas, estando inclusivamente presentes nos *rankings* mais mediáticos relacionados com as *smart cities*.

Cada uma destas dimensões representa um interveniente ou área crítica para o sucesso de uma cidade inteligente, sendo que todas elas terão de estar interligadas tendo em conta a grande preponderância que dispõem na conceção, desenvolvimento e sucesso de uma *smart city*.

- **Governo:**

O governo desempenha um papel crucial no sucesso de uma cidade inteligente, na medida em que é o responsável máximo para definir as estratégias a implementar e o caminho a percorrer para alcançar os objetivos, tendo uma influência direta nas iniciativas de *smart cities*. Cabe por isso ao governo a função de estabelecer prioridades de financiamento público, bem como recorrer ao apoio da UE através de programas de investigação partilhados, estabelecer parcerias com universidades e outros *stakeholders* de forma a implementar medidas *smart* na cidade (INTELI, 2012).

Deve ainda adotar um modelo de governação aberta e interativa, envolvendo os seus cidadãos na hora da tomada de decisão de forma a adotar uma política centrada no cidadão. Isto tem o objetivo de dar poder à comunidade para fazer parte do processo de

resolução de problemas urbanos e na definição do futuro da cidade e, com isso, aumentar a transparência do governo. De forma a simplificar processos, o Estado deve também procurar modernizar os meios administrativos recorrendo às TIC (Rodríguez-Bolívar, 2015).

No fundo, é o governo quem coordena, direta ou indiretamente, todas as outras 5 dimensões de uma *smart city*, como tal assume-se como um ator indispensável ao sucesso das cidades inteligentes.

- **Comunidade:**

Como referido anteriormente, não são as TIC que originam uma cidade inteligente de forma automática. Uma cidade só é inteligente se a sua sociedade também o for, é necessário que os cidadãos tenham a capacidade de criar soluções *smart* para resolverem os desafios urbanos. Segundo Nam e Pardo (2011), a educação, a diversidade e a criatividade dos cidadãos são três fatores importantes para a prosperidade de uma *smart city*. A educação é mesmo referida, de acordo com Shapiro (2006), como um fator essencial para o aumento de produtividade e para a capacidade crítica dos cidadãos, capazes assim de exercerem influência nos decisores políticos em vista a, por exemplo, uma melhoria das condições de vida.

No entanto, também a capacidade de cooperação e a proatividade são decisivas, para que levem a comunidade a envolver-se diretamente em atividades empreendedoras e em iniciativas inovadoras em prol de uma cidade mais inteligente (Comissão Europeia, 2011).

O simples facto de os cidadãos estarem interligados com os vários sistemas inteligentes de uma cidade, possibilita a transmissão de hábitos de consumo, preferências

e outras informações relevantes. Irá por isso existir igualmente uma grande envolvimento por parte dos cidadãos na criação de novos produtos/serviços, um cenário algo semelhante ao conceito de inovação aberta, processo de inovação no qual organizações incorporam nas suas atividades o conhecimento produzido externamente (Chesbrough, 2003).

Atualmente, o capital social é cada vez mais tido em conta, sendo a cidade de Seul um excelente exemplo disso mesmo. Na capital da Coreia do Sul foi criado um portal para a sua comunidade efetuar sugestões de resolução de problemas urbanos e que, posteriormente, são avaliadas por um departamento que poderá dar continuidade ao processo e colocar a ideia em prática, podendo o cidadão acompanhar o desenvolvimento do processo (Arup, 2017). Este é só um exemplo de uma medida simples que potencia o envolvimento da sociedade local.

- **Economia:**

Dando sequência à dimensão anterior, uma comunidade com maior educação e mais capacidades, traduz-se num aumento de produtividade, que, por sua vez, contribui para o crescimento económico através do aumento do PIB. Mas esta dimensão é mais complexa que isto, uma vez que, segundo Albino et al. (2015), uma economia inteligente está associada à existência de indústrias na área das TIC ou à aplicação das TIC nos mais variados processos produtivos.

No contexto de uma indústria inteligente, o conceito de IoT é utilizado para o desenvolvimento de produtos inteligentes, que permitem uma monitorização contínua durante todo o ciclo de vida do produto, e que recolham, armazenem e transmitam dados entre si e para os cidadãos. Outros conceitos relevantes são o da *Internet of Services*, que

agrega o transporte e a logística inteligente, e da *Internet of Energy*, que determina como e quando os recursos naturais devem ser utilizados (Lom et al., 2016).

Estes conceitos, juntamente com o de conectividade, criam uma ligação entre as cidades inteligentes e indústria, e consequentemente a economia. No caso da indústria, esta passará a estar toda interligada, desde o processo produtivo até ao processo de vendas e *marketing*, existindo uma comunicação e troca de informação constante entre as diversas partes, através de sistemas ciberfísicos que permitem que pessoas, máquinas, equipamentos, sistemas logísticos e produtos comuniquem e cooperem diretamente entre si (Postránecký e Svitek, 2017).

A interligação entre uma indústria inteligente e uma cidade inteligente poderá contribuir para um aumento de eficiência, produtividade e capacidade de resposta face aos desejos dos consumidores, bem como para um desenvolvimento mais sustentável da sociedade.

- **Mobilidade:**

Esta é talvez a divisão onde se tem observado um maior número de iniciativas, devido à extrema necessidade de meios de transporte públicos capazes de responder às necessidades de uma comunidade ativa. Estes devem ser energeticamente eficientes e capazes de cobrir os vários pontos das cidades.

Através de redes de sensores tecnologicamente avançados, é possível detetar acidentes rodoviários e controlar o fluxo de trânsito, fornecendo informação em tempo real, e ainda aumentar a segurança dos utilizadores dos meios de transporte (Singh, 2015). Ainda segundo o mesmo autor, um sistema de mobilidade inteligente impacta diretamente na economia (ao garantir o transporte dos recursos humanos para os seus locais de

trabalho), também no ambiente (devido às emissões poluentes causadas por veículos) e, conseqüentemente, a qualidade de vida da comunidade.

- **Ambiente:**

O ambiente de uma cidade sustentável tem de promover um desenvolvimento igualmente sustentável e uma gestão de recursos o mais eficiente possível, recorrendo a tecnologia para alcançar isso mesmo. E esta é uma área de grande relevo tendo em conta os diversos problemas ambientais que têm vindo a ocorrer em consequência do aumento populacional nas zonas urbanas mais desenvolvidas.

Como tal, o recurso a inovações tecnológicas é fundamental para uma maior utilização de energias renováveis, em detrimento dos combustíveis fósseis, mas também para uma melhor gestão da água e de resíduos, melhor qualidade do ar e uma maior eficiência energética. Outros aspetos essenciais são uma eficiência maior na utilização de recursos, a proteção do ambiente e o equilíbrio dos ecossistemas e da biodiversidade (INTELI, 2016).

- **Qualidade de vida:**

A qualidade de vida dos habitantes de uma cidade é influenciada diretamente por todas as cinco dimensões anteriormente abordadas. Além disto, um dos objetivos das *smart cities* é o de aumentar a qualidade de vida da sua comunidade, e isto passa por garantir segurança, bons cuidados de saúde, boas condições de alojamento e de ensino, coesão social, atratividade turística e atividades culturais (Batagan, 2011). Novamente, através do recurso às TIC é possível obter uma qualidade de vida mais *smart*, que por sua vez contribuirá para o bem-estar dos cidadãos.

Outros autores e organizações adotam um maior número de dimensões para categorizar uma *smart city*, no entanto, de uma forma geral, todas essas subdivisões podem ser englobadas nas 6 dimensões descritas acima.

Cada uma destas dimensões contribui com inovações à medida de uma *smart city*, no entanto o verdadeiro desafio de uma cidade inteligente é ser capaz de tirar partido das vantagens dessas inovações provenientes das várias dimensões de uma forma simultânea, com o foco centralizado sempre nos habitantes da cidade. Isto é algo que poderá ser facilitado pela intervenção de algumas empresas inovadoras, como é o caso de grandes nomes como a Google, Cisco ou IBM. Estas três organizações lançaram já plataformas *smart city*, que passam por redes que têm função de ligar todos os dados e informação que os municípios irão gerar a partir de aparelhos e equipamentos com ligação à internet. Adicionalmente, estas empresas estão, igualmente, a trabalhar em conjunto com universidades e entidades governamentais para o desenvolvimento de sistemas orientados a dados para transporte, gestão de recursos e resíduos, serviços públicos, entre outros essenciais para o correto funcionamento de uma cidade, de forma a torná-los mais eficientes.

Com o avançar do tempo, a infraestrutura urbana irá tornar-se num ativo preponderante também para as organizações devido à possibilidade de alavancar melhores canais de logística, energia economicamente mais eficiente, uma *cloud* local e arquiteturas de tecnologias de informação que incluam uma estrutura de segurança digital. Estes são desenvolvimentos certamente positivos para o crescimento do paradigma das *smart cities*, no entanto apenas metade do caminho fica percorrido para atingir o sucesso. O foco não poderá passar somente por estes projetos de conectividade entre infraestruturas,

mas também de que forma se poderá conseguir um maior envolvimento e participação por parte dos cidadãos.

O grande objetivo das *smart cities* passa por contribuir para o aumento da qualidade de vida dos seus habitantes, procurando por isso reconhecer as suas necessidades de forma a encontrar soluções que consigam superar as mesmas. Contudo, poderá existir um conflito de interesses, entre aquilo que as grandes empresas multinacionais pretendem com a implementação das apelidadas cidades do futuro com o objetivo de desenvolver essas mesmas cidades com base nos desejos dos seus habitantes.

3. Metodologia e Dados

O principal objetivo deste estudo passa por explorar quais os indicadores de performance mais apropriados para determinar o grau de inteligência de uma cidade, procurando responder à problemática: “De que forma se pode avaliar uma *smart city*?”. Para tal, serão considerados vários métodos já utilizados, ou apenas propostos por outros autores, de avaliação de uma cidade inteligente, de forma a compará-los entre si e com a revisão de literatura. A pesquisa efetuada para responder a esta pergunta, tem como objetivo posterior avaliar quais os *key performance indicators* que são mais utilizados na avaliação de uma *smart city*, bem como as dimensões às quais são atribuídas maior importância pelos métodos alvos de estudo, de forma a determinar as áreas da cidade que deverão estar mais sujeitas a alterações num futuro próximo para ser possível alcançar o estatuto de cidade inteligente.

Uma pesquisa pode ser definida como um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, de forma a descobrirem-se respostas para problemas por meio do uso de procedimentos científicos (Gil, 1985). No caso deste trabalho, trata-se de uma pesquisa exploratória. Este tipo de pesquisa é utilizado quando se trata de um tema ainda em fase de definição. Tem como características principais a flexibilidade, a criatividade e a informalidade. Recorre-se a este tipo de pesquisa de forma a obter o primeiro contato com a situação a ser pesquisada, sendo o seu objetivo geral a descoberta de algo relevante.

Esta pesquisa terá como forma de tratamento dos dados uma abordagem qualitativa. A incorporação numa determinada investigação de uma vertente mais qualitativa traduz a necessidade de compreender um fenómeno em detalhe e obter

conhecimentos sobre o mesmo (Carson et al., 2001), de maneira a ser possível chegar a novas conclusões com base em estudos prévios.

A temática a investigar surge, por isso, como resultado de uma análise aprofundada da literatura existente e visa fundamentalmente resolver uma questão relevante do ponto de vista teórico, que neste caso passa por tentar perceber de que forma se pode avaliar o desempenho e evolução de uma *smart city*. Para tal, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica de maior abrangência, que permitiu o aprofundamento do conhecimento do fenómeno das cidades inteligentes. De seguida, pesquisou-se de uma forma mais restrita por bibliografia que englobasse referências a formas de avaliação de uma *smart city*, através de métodos, modelos ou *frameworks*.

Foram selecionados os métodos de avaliação de estratégias de *smart cities* que considerassem indicadores de performance relevantes para o estudo em questão, isto é que se enquadrassem nas dimensões definidas anteriormente; que fossem de medição acessível; de fácil entendimento para qualquer cidadão; possíveis de comparar ao longo do tempo e em diferentes locais de estudo; e citados várias vezes por outros autores em outros *papers* ou estudos relacionados com este tema.

Tendo em conta os requisitos definidos anteriormente, foram encontrados 5 métodos de avaliação do desempenho de uma *smart city* na bibliografia:

1. Lombardi, et al., que publicaram o artigo científico intitulado *Modelling the smart city performance* em 2012, sendo assim o modelo de avaliação de uma cidade inteligente mais antigo encontrado que preenchia todas as pré-condições definidas;

2. ISO 37120:2014 - *Sustainable development of communities* - *Indicators for city services and quality of life*. Esta norma internacional estabelece metodologias para um conjunto de indicadores padronizados que permitam medir o desempenho das cidades em termos de desenvolvimento urbano sustentável, sendo várias vezes considerada na bibliografia para a avaliação de *smart cities*;
3. *European Smart Cities 4.0* elaborado por uma equipa da Universidade Técnica de Viena (TU Wien), liderada por Rudolf Giffinger. Esta equipa tem contribuído com avanços significativos na temática das *smart cities* desde o ano de 2007, sendo uns dos autores responsáveis pela definição das 6 dimensões utilizadas para caracterizar uma cidade inteligente. Em cooperação com diferentes parceiros desenvolveram o modelo *European Smart City*. Atualmente, este modelo encontra-se na sua quarta edição, lançada em 2015, sendo exatamente essa versão a que será utilizada para o estudo do presente trabalho;
4. Projeto CITYkeys, fundado pelo programa *Horizon 2020* da União Europeia em 2017. Este projeto estabeleceu, com a ajuda de várias cidades, um conjunto de KPIs e procedimentos para recolha de dados para a posterior comparação de soluções *smart city* em diversas cidades europeias;
5. Iniciativa United for Smart Sustainable Cities, que desenvolveu uma associação de indicadores chave de performance, de forma a estabelecer um critério de avaliação das contribuições das TIC no processo de transformação das cidades em lugares mais inteligentes e sustentáveis, bem como uma maneira de se autoavaliarem para atingirem determinados objetivos. Esta iniciativa foi criada pela ONU e é coordenada pelo ITU, pela UNECE e, ainda, por outras 14 agências e programas da ONU.

4. Análise de resultados

Os métodos e ferramentas de *benchmarking* de cidades inteligentes, utilizados para serem efetuadas comparações entre cidades inteligentes, são compostos por vários indicadores, ou KPIs, pertencentes a cada uma das dimensões de uma *smart city*. Este tipo de métricas, que permitem a medição do desempenho de uma cidade, têm como grande vantagem a possibilidade de avaliar o progresso da estratégia adotada e monitorizar o sucesso de iniciativas *smart cities*, através da comparação de resultados atuais com os objetivos definidos. Neste caso específico das *smart cities*, este aspeto ganha ainda uma maior preponderância, tendo em conta a existência de sistemas TIC capazes de fornecerem dados em tempo real, possibilitando assim fazer os ajustes necessários no momento consoante as necessidades de forma a acompanhar os impactos ao longo do tempo das medidas aplicadas.

Além de serem importantes para o posicionamento individual das cidades num sistema urbano inteligente, estes conjuntos de indicadores para medição do desempenho de uma cidade são de extrema relevância para entidades governamentais e outras instituições, que os utilizam muitas vezes para avaliarem simultaneamente vários grupos de cidades e, posteriormente, para construírem *rankings* classificativos das mesmas. Além disto, estes *rankings* contribuem para uma maior disseminação sobre as *smart cities*, atraindo uma maior atenção por parte das comunidades e oferecendo uma melhor perceção dos projetos implementados pelos seus responsáveis políticos.

No entanto, devido à divulgação pública destes *rankings*, existe o risco de se dar uma maior importância às posições ocupadas pelas cidades do que aos métodos utilizados para determinar esses mesmos resultados. Poderá dar-se o caso de uma cidade procurar

alcançar lugares de topo de um ranking de *Smart Cities* negligenciando a forma como lá se chega, como por exemplo através de um investimento excessivo, mas sem existir um verdadeiro compromisso com a causa, sendo apenas para atrair uma maior atenção por parte potenciais investidores de diversas áreas, bem como os holofotes da comunicação social, ou simplesmente para campanha política. É mais importante ter um desenvolvimento inteligente urbano sustentável a longo prazo do que um crescimento abrupto desmedido devido à competição entre cidades, apenas para atrair a atenção das massas e funcionar como uma ferramenta de marketing político.

Outra possível limitação para estas métricas passa pela disponibilidade dos dados que alimentam os KPIs, uma vez que se existir uma falha na sua medição os resultados tornam-se adulterados, não representando a verdadeira situação da cidade. Por isso, é crucial garantir que os KPIs têm por base os dados mais atualizados e fidedignos possíveis. Ainda assim, como forte vantagem, estes tipos de métricas servem para apoiar os *decision makers* na sua tomada de decisão, uma vez que, sabendo quais os indicadores chave para o sucesso da estratégia *Smart City* a implementar, estão em condições de atuar através de medidas que influenciem diretamente esses mesmos indicadores, obtendo assim resultados mais eficazes e de uma forma mais célere.

Apesar das vantagens e desvantagens enunciadas, a escolha pelo método de avaliação de uma cidade inteligente é que acabará por ser determinante para o resultado final, e consequente desfecho dos *rankings* comparativos de cidades inteligentes, na medida em que existem perspetivas bastante distintas nestes métodos, o que resulta em diferenças significativas. Isto significa que, para dois *rankings* constituídos pelas mesmas cidades, poderão ser apresentados resultados bem diferentes consoante os KPIs utilizados,

o que, naturalmente, causa dúvida às comunidades sobre a validade científica dos mesmos.

Ao analisar a Tabela 1, percebe-se que existem várias diferenças nos modelos estudados, como por exemplo a discrepância existente entre o método com maior número de KPIs considerado (90) com aquele que considera o menor número (67). No entanto, esta diferença não representa, por si só, algo de significativo, uma vez que o facto de existirem mais indicadores presentes num método de avaliação de performance não se traduz numa maior validade.

Tabela 1 – Quadro com número de KPIs por método e por dimensão

Dimensão Método	Governo	Comunidade	Economia	Mobilidade	Ambiente	Qualidade de Vida	Total
Lombardi, et al. (2012)	4	17	10	2	19	15	67
ISO 37120 (2014)	3	10	11	9	37	28	98
Giffinger, et al. (2015)	10	11	15	13	10	31	90
CITYkeys (2017)	7	8	15	6	21	14	71
United for Smart Sustainable Cities (2017)	7	6	11	13	23	28	88
Média	6	10	12	9	22	23	83

Relativamente ao número de indicadores por dimensão, é no Ambiente e na Qualidade de Vida que estes métodos apresentam, em média, uma maior quantidade, 22 e 23 respetivamente. Desde o final do século XX que foram criadas muitas iniciativas com o objetivo de alcançar uma maior sustentabilidade ambiental no planeta, como tal as

cidades tiveram de se transformar, tornando-se mais ecológicas e eficientes, nomeadamente com os seus consumos energéticos. Como tal, grande parte dos indicadores considerados na dimensão do Ambiente, são já bastante utilizados e transitam para esta nova etapa da vida das cidades, dado que se uma cidade não for sustentável então também não poderá ser considerada “inteligente”. No que toca à Qualidade de Vida, não é de surpreender que existam diversos KPIs, na medida em que um dos grandes objetivos de tornar as cidades mais inteligentes passa por oferecer um maior conforto aos seus cidadãos, bem como melhores condições de vida.

No lado oposto encontra-se a dimensão do Governo, onde os métodos de avaliação de desempenho de *smart city* estudados apresentam um número de indicadores muitas vezes inferior a qualquer uma das outras dimensões. Isto demonstra que mais do que existirem vários KPIs que avaliem o desempenho de um Governo para tornar uma cidade mais inteligente, importa verdadeiramente é que este tenha um plano de ação e que dê o exemplo de forma a mostrar comprometimento com a causa e também para servir de encorajamento para os seus cidadãos.

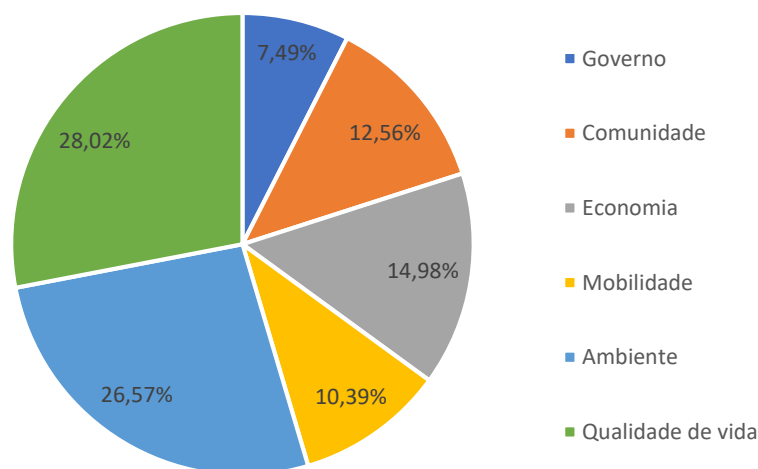


Figura 1 – Distribuição da proporção do número médio de KPIs por dimensão

Analisando a Figura 1, é possível constatar que as proporções de KPIs associados ao Ambiente e à Qualidade de Vida estão bastante aproximadas uma da outra, com ligeiro destaque para os indicadores ambientais, sendo que as duas em conjunto contabilizam, na média dos 5 métodos alvos de estudo, mais de metade do número de indicadores chave de performance totais. Estas duas dimensões apresentam um maior número de KPIs devido à sua importância já mencionada, mas também porque têm um maior número de tópicos diferentes passíveis de medição que encaixam em cada uma das dimensões.

A proporção de indicadores associados à dimensão da Mobilidade é relativamente baixa, o que se deve essencialmente ao facto do método de Lombardi, et al. considerar apenas dois KPIs desta área, que é o número mais baixo em todos os métodos para todas as dimensões e acaba por ter um impacto significativo na média. Ainda segundo a Figura 1, é possível observar que a dimensão da Economia apresenta uma maior quota de indicadores que a dimensão da Comunidade. No entanto, grande parte do conjunto de KPIs associados à Economia são bastante semelhantes em todos os métodos considerados, ao passo que a dimensão da Comunidade apresenta uma maior diversidade de KPIs pelos diferentes métodos de avaliação de desempenho de uma cidade inteligente.

Relativamente aos indicadores de desempenho propriamente ditos, e tendo em conta o que foi mencionado anteriormente, não é de surpreender que os KPIs mais referenciados na dimensão do Governo estejam relacionados com a existência de serviços públicos disponíveis de uma forma *online* e com a transparência governativa. O primeiro possibilita a agilização de processos burocráticos normalmente lentos, sendo que através da criação de plataformas de dados dos serviços municipais, compartilhados entre as autarquias locais e os seus principais operadores, a qualidade do serviço prestado aos cidadãos e às empresas aumenta. Quanto à transparência governativa, esta é medida

através de indicadores relacionados com a *open data*, isto é disponibilizar perante a comunidade variada informação e dados governamentais, de forma a eliminar qualquer tipo de suspeita que possa existir e também a fomentar a participação pública. Este tipo de envolvimento por parte da comunidade é algo bastante desejado para uma *smart city*, e é por isso mesmo que um dos indicadores mais repetidos nos diferentes métodos estudados, na dimensão da Comunidade, é a participação eleitoral. Uma população ativa e interessada com o rumo da sua cidade certamente que cumprirá o dever de votar, mas irá também procurar envolver-se nos mais variados projetos associados a uma estratégia de *smart city*. Por isso mesmo, também a participação em outros processos de decisão, como projetos financiados pela sociedade ou orçamentos participativos, são mencionados em 3 dos métodos de avaliação de desempenho de uma cidade inteligente. Ainda assim, são os indicadores relacionados com a escolaridade que se encontram em maioria na dimensão da Comunidade, algo perfeitamente justificável dado que a educação é essencial ao desenvolvimento humano e influencia diretamente o futuro da cidade. Como tal, indicadores como a frequência no ensino superior e o acesso às TIC na educação estão presentes em praticamente todos os métodos.

De referir ainda que os dois primeiros métodos têm KPIs relacionados com a diversidade étnica na cidade, revelando preocupação com a inclusão social que é cada vez mais um aspeto de grande pertinência dada a crescente globalização e a migração de várias populações, devido aos mais diversos motivos. Também a equidade entre os cidadãos do sexo masculino e do sexo feminino é alvo de análise, nomeadamente através da disparidade salarial entre elementos dos diferentes sexos, no método da CITYkeys, talvez de forma a combater um aspeto completamente datado, mas que ainda persiste.

Tabela 2 – KPIs mencionados por mais vezes em todos os métodos de avaliação

Governo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transparência ▪ Serviços públicos <i>online</i>
Comunidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escolaridade ▪ Participação eleitoral
Economia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produtividade ▪ Patentes
Mobilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transportes públicos ▪ Rede de ciclovias
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de água/energia ▪ Emissões CO² e GEE
Qualidade de vida	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuidados de saúde ▪ Espaços verdes e recreacionais

No que diz respeito aos KPIs económicos, aqueles que foram mais vezes contabilizados são os associados à produtividade e às patentes criadas. A produtividade é um elemento motor do crescimento económico, como tal as cidades devem investir com o objetivo de melhorar este fator, nomeadamente através de uma maior eficiência produtiva, de forma a produzir ao menor custo, mas também por uma melhor eficácia, para gerar o maior valor possível nos recursos. Quanto maior for o valor acrescentado pelo trabalho dos recursos humanos de uma cidade, maior será a produtividade da mesma, por isso é extremamente importante ter uma força de trabalho qualificada, reforçando a importância da medição dos KPIs relacionados com a escolaridade e formação dos cidadãos.

Também os indicadores que medem o número de novas patentes ou o de candidaturas de patentes relacionadas com as TIC surge com grande frequência. As patentes representam, de certa forma, a eficácia em concretizar uma pesquisa científica

num produto final que acrescente valor para os cidadãos, o que poderá influenciar positivamente a economia local. Este tipo de KPIs encontram-se presentes em todos os métodos alvo de estudo, o que demonstra que todos eles consideram que a inovação, e até mesmo o empreendedorismo, é um fator bastante importante para o sucesso de uma *smart city*, na medida em que uma cidade inovadora consegue adaptar-se de forma mais rápida a novos desafios e mudanças que sejam necessárias de proceder. Tendo isto em conta, não é de estranhar que o investimento em Investigação e Desenvolvimento seja outro dos indicadores utilizados para medir a performance de uma cidade inteligente. Além destes, são referidos várias vezes KPIs mais comuns como o salário médio e a taxa de desemprego.

Ao nível da dimensão da Mobilidade, não existe uma grande diversidade de indicadores ao longo dos 6 métodos estudados. Os KPIs associados aos transportes públicos são os que aparecem mais vezes mencionados, nomeadamente a facilidade de acesso aos vários tipos de transporte, a utilização por parte da comunidade e as rotas e localidades abrangidas pelas mesmas. É de destacar ainda o facto do método de Giffinger, et al. considerar indicadores de infraestruturas TIC nos transportes públicos, revelando um maior foco na integração destas novas tecnologias ao serviço dos cidadãos que diariamente recorrem a comboios, metros e autocarros para as suas deslocações.

Adicionalmente, também a dimensão da rede de ciclovias é um KPI presente em quase todos os métodos, demonstrando a importância de as cidades oferecerem uma alternativa viável aos seus cidadãos para efetuarem os seus trajetos diários. Aliás, tem sido possível assistir à implementação de ciclovias em várias das grandes cidades mundiais, com o claro objetivo de funcionar como um incentivo às comunidades para recorrerem cada vez menos aos veículos convencionais, não só para reduzir as emissões

poluentes, mas também para descongestionar o trânsito rodoviário. As bicicletas são um meio de transporte atrativo para distâncias mais curtas, enquanto que os transportes públicos conseguem interligar locais mais afastados, como tal a consideração de KPIs relacionados com estas duas alternativas de deslocação vem demonstrar que deve ser dada importância a ambas.

Relativamente aos indicadores relacionados com o ambiente que segundo os métodos alvo de estudo melhor servem para avaliar o desempenho de uma *smart city* são a quantidade de emissões de CO² e gases de efeito de estufa. O aumento da população mundial e o desenvolvimento industrial têm sido dos principais causadores deste tipo de emissões que atingiram números verdadeiramente críticos, o que fez com que este indicador tenha vindo a ser muito utilizado desde há algum tempo, principalmente devido a metas de redução de emissões poluentes impostas aos países por organizações como as Nações Unidas ou a União Europeia. Dado que tem feito parte da estratégia de sustentabilidade ambiental das cidades, naturalmente que teria de ser considerado para avaliar uma cidade dita inteligente. Ainda para mais, tendo em conta que uma *smart city* englobará sempre inovações tecnológicas estas terão obrigatoriamente de ser o mais eficiente possíveis do ponto de vista ambiental e ecológico. Estes KPIs são considerados em todos os métodos de avaliação estudados, sem exceção.

Outros indicadores que surgem com elevada relevância dentro da dimensão do Ambiente estão relacionados com os consumos energéticos e de água efetuados na cidade. À medida que se foram tornando cada vez mais divulgadas os efeitos nefastos causados pelos consumos energéticos e de água em excesso, foram postos em ação planos de consciencialização ambiental para as sociedades e as cidades inteligentes que pretendem dar seguimento a esta mudança comportamental. Uma das alternativas passa por ter fontes

de energia renovável a suprir o máximo de consumo energético possível, que é outro dos KPIs considerados, principalmente no que toca à eletricidade que de certa forma está ligada com a atividade económica da cidade. Também pelo mesmo motivo, é necessário que os edifícios sejam o mais eficientes possível do ponto de vista energético para minimizar consumos associados à iluminação e climatização dos espaços interiores. Esta dimensão apresenta a maior variedade de KPIs, tendo em conta todos os métodos considerados neste estudo, principalmente devido à ISO 37120, que por ser uma norma internacional mais direcionada para o desenvolvimento sustentável das comunidades apresenta 37 indicadores chave diferentes para medir o desempenho.

Quanto à dimensão da Qualidade de Vida foi contabilizada uma média de 23 KPIs por método de avaliação, sendo que os que surgem mais vezes referidos estão relacionados com os cuidados de saúde existentes e os espaços verdes e recreacionais disponíveis para as comunidades. Indicadores como o número de hospitais e centros de saúde, bem como a qualidade das respetivas infraestruturas e equipamentos médicos, estão presentes, revelando assim a necessidade das cidades inteligente em garantir elevadas condições de saúde de forma a contribuir para a qualidade de vida dos seus cidadãos. Adicionalmente, a quantidade de espaços verdes e espaços recreacionais existentes terá de ser uma preocupação para as cidades inteligentes, segundo a grande maioria destes métodos estudados, como tal terão de existir espaços de lazer nas proximidades das habitações dos cidadãos.

Além destes, existem outros indicadores de vários tipos, como os alusivos à cultura e ao turismo, mas também à capacidade dos serviços de emergência. De destacar ainda os vários indicadores relacionados com as TIC, a maioria deles referidos no método de Giffinger, et al. que demonstra ser aquele que, de entre todos os métodos analisados,

mais relevância atribui a KPIs relacionados com os avanços tecnológicos tão necessários para a evolução das cidades e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Este facto traduz-se na principal desvantagem em recorrer à ISO 37120 para a avaliação de *smart cities*. Apesar de ser considerado em alguma bibliografia, talvez por se tratar de uma norma internacional o que confere desde logo maior prestígio e reconhecimento, encontra-se cada vez mais desajustada para avaliar os progressos tecnológicos tão necessários na transformação de uma cidade, dado que não considera KPIs exclusivamente tecnológicos.

Esta panóplia de indicadores chave de desempenho utilizados para avaliar as cidades inteligentes, que se idealiza que venham a ser as cidades do futuro, não vai ao encontro dos *stakeholders*, uma vez que, para estes, um modelo global estandardizado e homogeneizado seria o ideal por vários motivos. Desde logo, para perceber onde teriam de investir com mais afinco e que áreas da cidade seriam mais prioritárias, sendo que com os avanços tecnológicos é cada vez mais possível tomar estas decisões de uma forma informada e consciente. Depois, para lhes ser possível avaliar o impacto dos projetos assumidos, tanto na sustentabilidade como na eficiência da cidade, e ainda para reforçar a sua capacidade e eficiência governativa através de uma estratégia *smart* e sustentável. No fundo, um modelo estandardizado contribuirá mais facilmente para construir com sucesso cidades inteligentes e que beneficiem diretamente o quotidiano dos seus habitantes.

Esta é, aliás, uma ideia que sai reforçada, pois a verdade é que a grande maioria destes métodos invocam os seus cidadãos e a preocupação com as suas necessidades e bem-estar, que no final de contas acaba por ser o grande objetivo deste novo paradigma citadino. Daí a importância redobrada das TIC que funcionam como uma ferramenta

muito útil para promover a participação pública, permitindo que os cidadãos possam estar envolvidos no processo político e, ao mesmo tempo, traduz-se numa maior transparência governativa.

Além disto, é indispensável que seja feita uma ampla divulgação das soluções criadas, para que toda a população tenha conhecimento e possa usufruir delas para melhorar a sua qualidade de vida, o que previsivelmente contribuirá para um melhor desempenho da cidade numa posterior avaliação. De pouco vale ser uma cidade evoluída tecnologicamente, se os seus habitantes não podem, ou não sabem, tirar proveito desses avanços tecnológicos.

Idealmente, sempre que possível, as cidades devem recorrer aos próprios cidadãos desde a fase de conceção das medidas que visem contribuir para uma cidade cada vez mais inteligente, a partir de ideias que surjam por parte da população ou procurar soluções que resolvam problemas que afetem os mesmos, garantindo assim um maior grau de eficácia. Atualmente, é possível através de aplicações móveis reportar acidentes ou fenómenos meteorológicos com uma simples fotografia tirada por um *smartphone*, permitindo que sejam tomadas medidas de uma forma bem mais rápida. Este simples exemplo demonstra bem o potencial da envolvência do cidadão com a sua cidade.

5. Conclusões

Até aos dias de hoje, não existe ainda um consenso acerca da abordagem mais apropriada a uma *smart city*, no entanto, de forma a elucidar as comunidades, têm sido desenvolvidos vários modelos de definição do âmbito e dos objetivos de uma cidade inteligente. E quanto mais rápida e eficaz for a definição de estratégias, maior será o impacto na competitividade da sociedade.

Até surgir uma definição oficial por parte de uma organização de dimensão mundial e com influência bastante considerável para difundir da melhor forma possível, irão existir sempre ligeiras nuances no significado de *smart city*. Mas, no fundo, as *smart cities* são o resultado da implementação de várias soluções *smart* nos vários setores da sociedade, catalisadas por uma combinação de tecnologias disruptivas e inovações sociais que influenciam positivamente o comportamento humano através do uso de *data* e inovação tecnológica.

Com base na investigação efetuada, percebe-se que as cidades terão de se focar em estimular o ambiente urbano em seis dimensões: o governo, a comunidade, a economia, o ambiente, a mobilidade e a qualidade de vida. O investimento em TICs será certamente uma obrigatoriedade para o desenvolvimento de cada uma dessas dimensões, contudo, esse investimento por si só não será suficiente para tornar as cidades mais inteligentes. Aliado a um desenvolvimento urbano inteligente será igualmente necessário o investimento em capital humano e na melhoria das condições de vida dos cidadãos.

As iniciativas de *smart cities* têm como objetivo fazer face a variados obstáculos impostos pela urbanização, mas a medição do seu sucesso é um problema complexo, devido à sua relativa imaturidade e à dificuldade em articular os interesses de todos os

intervenientes. No entanto, de forma a ser possível avaliar se as medidas aplicadas estão a ir ao encontro das expectativas, é necessário recorrer a KPIs que indiquem se o caminho está a ser percorrido da forma correta. A bibliografia demonstra que existem já alguns índices e rankings comparativos de cidades, cujos resultados foram obtidos através da medição de indicadores. Estes sistemas de métricos baseados em dimensões, cada uma constituída por diversos KPIs, são o método mais eficaz para medir o desempenho de uma *smart city*, segundo a bibliografia estudada, uma vez que é feita uma avaliação nas diferentes áreas e intervenientes de uma cidade. Contudo, não existe uma standardização de KPIs que possam avaliar o grau de inteligência de uma cidade. Assim sendo, os diferentes conjuntos de indicadores que constituem cada método de avaliação de performance de uma *smart city* resultam em resultados algo questionáveis. Naturalmente que a criação de novos modelos de *benchmarking* será apreciada, mas a utilização de um modelo já abordado, alvo de estudo e utilizado anteriormente confere uma maior validade às conclusões que permite retirar. Quando existir um modelo bem definido e implementado de uma forma abrangente, ou seja, adaptado por várias nações, será mais fácil obter resultados concretos e proceder a comparações de cidades inteligentes de uma forma mais fidedigna. Isto leva a concluir que é realmente importante determinar os KPIs ideais para medir a evolução das cidades no seu objetivo de se tornarem mais inteligentes, de maneira a que exista um critério mais uniforme, que garanta maior fiabilidade aos resultados e permita ainda aos governos saber realmente o rumo que devem tomar, de forma a tomarem as melhores decisões possíveis que contribuam para um aumento da qualidade de vida dos cidadãos. Para tal, é necessário que estes sejam incluídos nas iniciativas que façam parte da estratégia, de forma a contar com a sua participação e levar em conta como o seu quotidiano será afetado.

Tendo por base os métodos considerados neste estudo, os indicadores que forem capazes de medir, por exemplo, o grau de envolvimento dos cidadãos, produtividade na cidade, redes de transportes públicos e presença das TIC serão essenciais. No entanto, a medição de outros fatores que influenciem diretamente a qualidade de vida serão verdadeiramente cruciais, uma vez que não se deve limitar esta mudança do ponto de vista tecnológico. As verdadeiras soluções *smart* a aplicar terão de combinar capacidades tecnológicas disruptivas com alterações no comportamento da comunidade, através de soluções simples e intuitivas que apelam a necessidades humanas reais. Esse terá de ser sempre o foco absoluto deste novo paradigma das *smart cities*. Esta é aliás a ideia que fica mais presente, analisando os vários KPIs considerados pelos 5 diferentes métodos de avaliação de uma *smart city*. Se por um lado, o método proposto por Giffinger, et al. atribui uma grande importância às TIC e à contribuição que estas podem ter para este novo paradigma das cidades inteligentes, por outro o projeto CITYkeys opta por considerar os fatores ambientais como mais relevantes. No entanto, todos eles levam em conta a importância do papel do cidadão, como é visto pelo número sempre bastante considerável de KPIs na dimensão da Qualidade de Vida, sendo até a dimensão com maior número médio de indicadores considerados, mas também pela relação causa-efeito que alguns KPIs pertencentes a outras dimensões têm no dia-a-dia dos seus cidadãos.

Isto permite concluir que os verdadeiros *stakeholders* de uma cidade são os seus habitantes e a transformação das cidades terá de passar por estes, de forma a tornarem-se espaços cada vez mais inteligentes e sustentáveis, levando em consideração a visão das próprias comunidades.

Contudo, naturalmente que existem desafios a ultrapassar para o sucesso desta alteração de paradigma citadino. Desde logo a questão de uma potencial interrupção de

energia que poderá deixar em baixo grande parte dos serviços da cidade, bem como as suas infraestruturas. O uso de geradores de energia poderão ser fundamentais para colmatar qualquer falha de eletricidade. Também a segurança dos dados é um ponto extremamente sensível, ainda para mais utilizando projetos de *Open Data*, como tal é importante ter um sistema de segurança robusto e capaz de evitar males maiores. Tendo toda a informação disponível em ambiente seguro, é possível a criação de novos serviços inovadores em diferentes áreas de atuação, potenciando uma democracia mais participativa.

Quanto aos instrumentos de avaliação das cidades, apesar de um método global ter as vantagens já enumeradas anteriormente, este poderia não ser o mais apropriado para todas as cidades. As cidades precisam de ter conhecimento sobre a metodologia a utilizar para medir os impactos das medidas de uma estratégia de *smart city*, todavia o mesmo método de avaliação pode não servir a todas as cidades, tendo em conta, por exemplo, a variedade de dimensões territoriais, localizações e número de habitantes. Talvez o caminho passe por ter modelos de avaliação de acordo com a quantidade de população residente, pois as cidades são ambientes complexos com diversas particularidades e isto poderia dificultar a existência de um único método de avaliação de desempenho de uma *smart city*. Além disso, a materialização das cidades inteligentes não pode depender somente da determinação dos KPIs mais relevantes e da estratégia definida que daí advém, pois uma cidade inteligente tem de se ajustar à mudança face às necessidades sentidas pelos seus habitantes. Apesar de serem realmente importantes para ajudar a estabelecer linhas de orientação para as medidas a aplicar na cidade, o sucesso de uma *smart city* irá sempre depender de como essas medidas irão afetar quem realmente influencia os destinos de uma cidade, os seus cidadãos.

6. Referências

1. Peris-Ortiz, M., Bennet, D.R., Yábar, D.P. (2017). *Sustainable Smart Cities: Creating Spaces for Technological, Social and Business Development*, 1ª Ed. Springer.
2. Dameri, R.P. (2017). *Smart City Implementation: Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems*, 1ª Ed. Springer.
3. Lom, M., Pribyl, O., Svitek, M. (2016). *Industry 4.0 as a Part of Smart Cities*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
4. Anthopoulos, L. (2016). *Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases*. Cities The International Journal of Urban Policy and Planning.
5. Postránecký, M., Svitek, M. (2017). *Smart City Near to 4.0 – an Adoption of Industry 4.0 Conceptual Model*. Smart Cities Symposium Prague 2017.
6. Kummitha, R., Crutzen, N. (2017). *How do we understand smart cities? An evolutionary perspective*. Cities The International Journal of Urban Policy and Planning.
7. Vilajosana, I., Llosa, J., Martinez, B., Domingo-Prieto, M., Angles, A. (2013) *Bootstrapping Smart Cities through a Self-Sustainable Model Based on Big Data Flows*. IEEE Communications Magazine.
8. Franke, T., Lukowickz, P., Blanke, U. (2015) *Smart crowds in smart cities: real life, city scale deployments of a smartphone based participatory crowd management platform*. Journal of Internet Services and Applications.
9. Mori, K., Christodoulou, A. (2012) *Review of Sustainability Indices and Indicators: Towards a New City Sustainability Index (CSI)*. Environmental Impact Assessment Review 32: 94–106.
10. O’Grady, M., O’Hare, G. (2012) *How Smart Is Your City?* Science 335: 3 1581–1582.

11. Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., Williams, P. (2010) *Foundations for Smarter Cities*. IBM Journal of Research and Development 54: 4 1–16.
12. Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llina, J., Melendez-Frigola, J. (2014) *Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative*. Technological Forecasting and Social Change.
13. LazaroIU, G.C., Roscia, M., (2012) *Definition Methodology for the Smart Cities Model*. Energy 47: 1 326–332.
14. Batty, M., Axhausen, K.W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., Portugali, Y. (2012) *Smart Cities of the Future*. The European Physical Journal Special Topics 214 481–518.
15. Albino, V., Berardi, U., Dangelico, R.M. (2015) *Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives*. Journal of Urban Technology.
16. Jerath, A. (2011) ‘Delhi-Mumbai Industrial Corridor to Spawn 7 “smart” cities’, Times of India.
17. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., Meijers, E. (2007) *Smart Cities – Ranking of European medium-sized cities*. Vienna University of Technology, 5-19. Disponível em http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
18. Rodríguez-Bolívar, M. P. (2015) *Transforming City Governments for Successful Smart Cities*. Disponível em <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-03167-5>

19. Nam, T., and Pardo, T. (2011) *Smart City as Urban Innovation: Focusing on Management, Policy, and Context*. Center for Technology in Government University at Albany, State University of New York, US, 11.
20. Shapiro, J. (2006) *Smart Cities: Quality of life, productivity and the growth effects of human capital*. The Review of Economics and Statistics, 88(2), 324-335.
21. Singh, D., Singh, M., Singh, I., and Lee, H. (2015) *Secure and Reliable Cloud Networks for Smart Transpiration Services*. Information Network Engineering, Dongseo University, Busan, South Korea.
22. Batagan, L. (2011) *Indicators for Economic and Social Development of Future Smart City*. Journal of Applied Quantitative Methods, Vol. 6, No. 3, pp. 27-33.
23. Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., Yousef, W. (2012) *Modelling the smart city performance*. Innovation: The European Journal of Social Science Research, 25:2, 137-149.
24. ISO/IEC JTC 1, (2014) *ISO 37120:2014 Sustainable development of communities -- Indicators for city services and quality of life*, International Organization for Standardization (ISO).
25. Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H., Airaksinen, M., Huovila, A. (2017) *Indicators for smart city projects and smart cities*. CITYkeys.
26. United for Smart Sustainable Cities, (2017) *Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*.
27. Simonofski, A., De Smedt, J., Asensio, E. S., Snoeck, M. (2017) *Citizen Participation in Smart Cities*. IEEE 19th Conference on Business Informatics.

28. Granier, B., Kudo, H. (2016) *How are citizens involved in smart cities? Analysing citizen participation in Japanese “Smart Communities”*. Information Polity 21 61–76.